

## Pulse with modulated switching convert r for operation of lectric loads.

Patent Number: EP0685940, B1  
 Publication date: 1995-12-06  
 Inventor(s): LANGE ULRICH-VOLKER (DE); DAUB WOLFGANG (DE)  
 Applicant(s): HELLA KG HUECK & CO (DE)  
 Requested Patent: DE4419006  
 Application Number: EP19950107901 19950524  
 Priority Number(s): DE19944419006 19940531  
 IPC Classification: H03K17/12  
 EC Classification: H03K17/12; H02M3/28B  
 Equivalents:  
 Cited Documents: DE3816536; EP0581016; US5115156; EP0547276; US4977333

### Abstract

The switching convertor (W1) introduced between the source of supply voltage (UB) and the load (UL) is operated by signals from a circuit (S) contg. eg. a square-wave generator and two monostables whose transitions are timed by a set-point potentiometer, giving 180 deg. phase difference. A buffer capacitor (C1) across the input, and a smoothing capacitor (C2) across the output are protected against overstress by

antiphase switching of two convertors (W1, W2) in parallel.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

### Description

Die Erfindung betrifft einen pulsweitenmodulierten Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher, insbesondere in Fahrzeugen, der zum einen mit der Versorgungsspannung und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden ist, und aus einem Schaltwandler, einer Schaltung zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers, einem Eingangs-Pufferkondensator und einem Ausgangs-Glättungskondensator besteht.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 39 08 338 A1 ist eine Einrichtung zum Ansteuern einer Last, insbesondere in Kraftfahrzeugen bekannt, die einen pulsweitenmodulierten Schaltwandler und insbesondere einen sogenannten Drossel-Abwärtswandler aufweist. Dieser ist zum einen mit der batteriegestützten Versorgungsspannung des Fahrzeuges und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden. Der pulsweitenmodulierte Schaltwandler besteht aus dem Schaltwandler, einer Schaltung zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers und Puffer- bzw. Glättungskondensatoren.

Bei dem bekannten Schaltwandler erweist sich als nachteilig, dass zur Ansteuerung von Lasten, die hohe Leistung aufnehmen, insbesondere der Eingangs-Pufferkondensator hoch belastet wird. Es liegt somit eine hohe Wechselstrombelastung für den Kondensator vor, der zudem eine hohe Schaltfestigkeit aufweisen muss. Dies bedingt, dass der Kondensator ein kostenintensives Bauteil ist. Zudem erweist sich bei der bekannten Ausführung des Schaltwandlers als nachteilig, dass die verwendeten Schaltelemente des Schaltwandlers, wenn hohe Ströme geschaltet werden müssen, kostenintensive Bauteile sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schaltwandler für den Betrieb von elektrischen Verbrauchern in Fahrzeugen zu schaffen, der einfach und kostengünstig herstellbar ist, einen hohen

Wirkungsgrad aufweist und die Belastung der Kondensatoren minimiert.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, dass dem Schaltwandler mindestens ein zweiter Schaltwandler parallel geschaltet ist, ergibt sich der Vorteil, dass preiswerte Schaltelemente und Induktivitäten Anwendung finden können.

In diesem Zusammenhang erweist sich als besonders vorteilhaft, dass die Schaltwandler über einen gemeinsamen Eingangs-Summenpunkt und einen gemeinsamen Ausgangs-Summenpunkt verbunden sind und dass den Schaltwandlern ein gemeinsamer Eingangs-Pufferkondensator sowie ein gemeinsamer Ausgangs-Glättungskondensator zugeordnet sind, die mit den jeweiligen Summenpunkten verbunden sind, wodurch sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau ergibt. Des weiteren erweist sich in diesem Zusammenhang als besonders vorteilhaft, dass die Schaltwandler von der Schaltung zur Reduzierung der effektiven Strombelastung der gemeinsamen Puffer- und Glättungskondensatoren phasenverschoben angesteuert werden, wodurch die Wechselstrombelastung der Kondensatoren verringert wird, diese eine geringere Schaltfestigkeit aufweisen müssen als bei der Verwendung nur eines Schaltwandlers und die Kondensatoren somit eine geringere Baugrösse aufweisen können und insgesamt einfachere und kostengünstigere Bauteile gewählt werden können.

Dadurch, dass das Abschaltsignal des einen Schaltwandlers das Ansteuersignal des anderen Schaltwandlers ist, ergibt sich der Vorteil einer besonders einfach erzeugbaren Phasenverschiebung zur Entlastung der Kondensatoren.

Dadurch, dass die Ansteuerung des jeweils folgenden Schaltwandlers verzögert erfolgt, ergibt sich der Vorteil, dass Störspitzen in den Signalen vermieden werden.

Durch die Wahl der Phasenverschiebung gemäss Anspruch 4 wird ein besonders geringer Schaltungsaufwand zur Ansteuerung der Schaltwandler nötig, zudem bestehen keinerlei Einschränkungen bezüglich des Verhältnisses der Einschaltzeiten zur Periodendauer und die Ansteuerung der Wandler muss nicht synchronisiert werden. Somit ist ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau des Schaltwandlers erreichbar, der die Belastung der Kondensatoren minimiert und der einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Dadurch, dass alle Schaltwandler mit einer gemeinsamen Schaltung zur Ansteuerung verbunden sind, ergibt sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau des Schaltwandlers.

Dadurch, dass jedem Schaltwandler jeweils eine Schaltung zur Ansteuerung zugeordnet ist und die Schaltungen untereinander verbunden sind, ergibt sich der Vorteil, dass der pulsweitenmodulierte Schaltwandler auf einfache Weise modular aufgebaut werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruchs 7 ergibt sich eine besonders einfache und günstige Ausführungsform eines pulsweitenmodulierten Schaltwandlers mit einem besonders grossen Leistungshub, zum Beispiel für die Ansteuerung eines Lüfters in Kraftfahrzeugen und einer minimalen Belastung für die gemeinsamen Kondensatoren.

Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei erwiesen, dass das Rechtecksignal zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung von 180 Grad symmetrisch ausgebildet ist.

Ein Ausführungsbeispiel ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden anhand dieser beschrieben.

Es zeigen

Figur 1 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemässen pulsweitenmodulierten Schaltwandlers;  
Figur 2 eine spezielle Ausführung einer Schaltung zur Ansteuerung zweier Schaltwandler.

Figur 1 zeigt eine prinzipdarstellung eines pulsweitenmodulierten Schaltwandlers. Der pulsweitenmodulierte Schaltwandler weist dabei N Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) auf, die in Parallelschaltung zueinander angeordnet sind. Jeder der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) ist elektrisch

leitend mit einer Schaltung (S) verbunden, die Signale zur Ansteuerung der einzelnen Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) erzeugt. Die Spannungsversorgung der Schaltung (S) ist in dieser Prinzipdarstellung nicht gezeigt.

Die Eingänge der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) sind auf einen Eingangs-Summenpunkt (SP1) zusammengeführt. Dieser Eingangs-Summenpunkt (SP1) ist über einen Eingangs-Pufferkondensator (C1), der als gemeinsamer Pufferkondensator (C1) für alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) dient, mit Masse verbunden. Parallel zu dem Pufferkondensator (C1) befindet sich der Versorgungsspannungs-Anschluss (UB) des batteriegestützten Versorgungsnetzes des Fahrzeuges. Die Ausgänge der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) sind auf einen Ausgangs-Summenpunkt (SP2) zusammengeführt. Dieser Ausgangs-Summenpunkt (SP2) ist über einen Ausgangs-Glättungskondensator (C2), der als gemeinsamer Glättungskondensator (C2) für alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) dient, mit Masse verbunden. Parallel zu dem Glättungskondensator (C2) befindet sich der Anschluss für den elektrischen Verbraucher, an dem eine Lastspannung (UL) anliegt.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann jeder Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) zur Erreichung eines einfachen, modular erweiterbaren pulsweitenmodulierten Schaltwandlers mit je einer gesonderten Schaltung (S) verbunden sein.

Die Schaltwandler, (W1, W2, ..., WN) können dabei von unterschiedlicher Bauart sein und zum Beispiel als Aufwärtswandler, Abwärtswandler, invertierende Wandler, Eintakt-Sperrwandler, Eintakt-Durchflusswandler und sogar als Gegentakt-Wandler ausgeführt sein.

Je nach Bauart der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) tritt im Eingang und/oder im Ausgang ein geschalteter Wechselstrom auf, welcher mit Hilfe von Kondensatoren (C1, C2) gepuffert bzw. geglättet werden muss.

Im folgenden wird das Funktionsprinzip des in Figur 1 dargestellten pulsweitenmodulierten Schaltwandlers beschrieben. Um die Wechselstrombelastung der Kondensatoren (C1, C2) zu minimieren, werden die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) phasenverschoben von der Schaltung (S) angesteuert. In einem ersten Ausführungsbeispiel wird bei N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) das hier nicht gezeigte Schaltelement des zweiten Schaltwandlers (W2) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des ersten Schaltwandlers (W1) angesteuert, das Schaltelement des dritten Schaltwandlers (W3) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des zweiten Schaltwandlers (W2) und das Schaltelement des i-ten Schaltwandlers (Wi) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des (i-1)-ten Schaltwandlers (W(i-1)) angesteuert.

Die Phasenverschiebung (P) bei einem System mit N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN), mit der ein Wandler angesteuert wird, errechnet sich aus:

$$P(i) = (i-1) * (TEIN/T * 2 * \pi) \text{ für } 0 \leq TEIN < T$$

mit

TEIN = Einschaltzeit der Schaltelemente

T = Periodendauer

i = Laufindex.

TEIN entspricht somit der Einschaltzeit des anzusteuern den Schaltwandlers in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Schaltung (S).

Bei einer derartigen Erzeugung der Phasenverschiebung (P) kann es vorteilhaft sein, jedem Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) eine Schaltung (S) zur Ansteuerung zuzuordnen und die Schaltungen (S) untereinander elektrisch leitend zu verbinden, wodurch zum einen ein einfacher modularer Aufbau des pulsweitenmodulierten Schaltwandlers möglich wird und zum anderen auf einfache Weise eine Synchronisierung bei der Ansteuerung der Schaltwandler (W2, ..., WN) erreicht wird. Durch ein verzögertes Ansteuern der Schaltwandler (W2, ..., WN) kann zudem eine Störverminderung erreicht werden.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel, bei dem N Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) parallel geschaltet sind, wird der zweite Schaltwandler (W2) um die Phase

$$P(2) = 1 * (2 * \pi) / N$$

verschoben angesteuert, der dritte Schaltwandler (W3) um die Phase

$$P(3) = 2 * (2 * \pi) / N$$

verschoben angesteuert und der i-te Schaltwandler ( $W_i$ ) um die Phase

$$P(i) = (i-1) * (2 * \pi) / N$$

verschoben angesteuert. Dies ist auch die Formel aus der sich die Phasenverschiebung ( $P$ ) bei Verwendung von  $N$  parallel geschalteten Schaltwandlern ( $W_1, W_2, \dots, W_N$ ) ergibt, mit der ein Wandler angesteuert wird.

Hierbei erweist sich als vorteilhaft, dass der Schaltungsaufwand zur Ansteuerung der Schaltwandler ( $W_1, W_2, \dots, W_N$ ) gering ist, da es zum Beispiel keine Synchronisationsprobleme bei der Ansteuerung der Schaltwandler ( $W_1, W_2, \dots, W_N$ ) durch die Schaltung ( $S$ ) gibt. Zudem gibt es keine Einschränkungen bezüglich des Verhältnisses der Einschaltzeit zur Periodendauer.

Je nach dem zu betreibenden elektrischen Verbraucher und dessen Leistungsaufnahme bestimmt sich die Anzahl der zu verwendenden Schaltwandler ( $W_1, W_2, \dots, W_N$ ) in Parallelschaltung. Ist der Verbraucher zum Beispiel ein in der Drehzahl zu variierender Elektromotor, so kann die Schaltung ( $S$ ) mit einem Sollwertgeber ( $SG$ ) verbunden sein, um eine Steuerung der Drehzahl des Elektromotors zu ermöglichen. Ist der elektrische Verbraucher Teil eines Regelkreises, so kann zwischen dem elektrischen Verbraucher und der Schaltung ( $S$ ) eine Verbindung zur Übermittlung von Regelgrößen bestehen.

In Figur 2 ist eine spezielle Ausführung einer in Figur 1 gezeigten Schaltung ( $S$ ) zur Ansteuerung von zwei parallel geschalteten Schaltwandlern ( $W_1, W_2$ ), die in Figur 2 nicht eingezeichnet sind, dargestellt. Die Schaltung weist einen Rechteckgenerator ( $RG$ ) auf, der ein bekanntes Timerbauteil sein kann und an seinem Ausgang ein symmetrisches Rechtecksignal erzeugt. Der Rechteckgenerator ( $RG$ ) ist dabei mit je einem Triggereingang eines ersten Monoflops ( $M_1$ ) und eines zweiten Monoflops ( $M_2$ ) verbunden. Das erste Monoflop ( $M_1$ ) wird dabei durch die ansteigende Flanke des Rechtecksignals und das zweite Monoflop ( $M_2$ ) durch die abfallende Flanke des Rechtecksignals getriggert. Somit entsteht bezüglich der Ausgangssignale der Monoflops ( $M_1, M_2$ ) eine Phasenverschiebung ( $P$ ) von 180 Grad. Zur Vorgabe der von dem elektrischen Verbraucher aufgenommenen Leistung ist die Schaltung mit einem Sollwertgeber ( $SG$ ) verbunden, der in bekannter Weise als ein Potentiometer oder ein Stufenschalter ausgebildet sein kann. Dieser Sollwertgeber ( $SG$ ) ist mit Kippzeit-Steuereingängen sowohl des ersten Monoflops ( $M_1$ ) als auch des zweiten Monoflops ( $M_2$ ) verbunden. Der Sollwertgeber ( $SG$ ) bestimmt die Kippzeit der Monoflops ( $M_1, M_2$ ). Die Kippzeit der Monoflops ( $M_1, M_2$ ) entspricht der Pulsweite. Weisen die Monoflops ( $M_1, M_2$ ) einen identischen Aufbau auf, so wird aufgrund der vollkommen symmetrischen Beschaltung eine hohe Genauigkeit zwischen den pulswertenmodulierten, an den Ausgängen der Monoflops ( $M_1, M_2$ ) anliegenden Signalen erreicht. Zudem wird eine grosse Störsicherheit erreicht. Das erste Monoflop ( $M_1$ ) ist mit dem hier nicht gezeigten ersten Schaltwandler ( $W_1$ ) verbunden. Der Ausgang des zweiten Monoflops ( $M_2$ ) ist mit dem hier nicht gezeigten zweiten Schaltwandler ( $W_2$ ) verbunden. Die Schaltwandler ( $W_1, W_2$ ) sind dabei, wie oben angeführt, in Parallelschaltung angeordnet. Sind die Schaltwandler ( $W_1, W_2$ ) beispielhaft als Abwärtswandler ausgebildet, wird die Belastung insbesondere des gemeinsamen Eingangs-Pufferkondensators ( $C_1$ ) verringert, zudem kann die Baugrösse der Speicherdrosseln der Schaltwandler ( $W_1, W_2$ ) kleiner gewählt werden, wodurch sich ein kostengünstiger Aufbau, ein guter Wirkungsgrad und eine kompakte Bauform des pulswertenmodulierten Schaltwandlers ergibt.

Durch die phasenverschobene Ansteuerung parallel geschalteter Schaltwandler ( $W_1, W_2, \dots, W_N$ ), die jeweils gemeinsame Puffer- und Glättungskondensatoren ( $C_1, C_2$ ) aufweisen, ergeben sich im Fahrzeugbereich unterschiedlichste Anwendungen, wie zum Beispiel die Lüftersteuerung, die Spannungswandlung des Bordnetzes oder auch die Dimmung des Fahrlichtes. Weitere Anwendungen sind nicht ausgeschlossen.

#### Bezugszeichenliste

Pulsweitenmodulierter Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher

$C_1$  Eingangs-Pufferkondensator

$C_2$  Ausgangs-Glättungskondensator

$M_1, M_2$  Monoflops

P Phasenverschiebung  
 S Steuer-Schaltung  
 SG Sollwertgeber  
 SP1 Eingangs-Summenpunkt  
 SP2 Ausgangs-Summenpunkt  
 RG Rechteckgenerator  
 UB batteriegestützte Versorgungsspannung  
 UL Ausgangsspannung  
 W1, W2, ..., WN Schaltwandler

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

1. Pulsweitenmodulierter Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher, insbesondere in Fahrzeugen, der zum einen mit der Versorgungsspannung (UB) und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden ist, und aus einem Schaltwandler (W1), einer Schaltung (S) zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers (W1) und einem Eingangs-Pufferkondensator (C1) sowie einem Ausgangs-Glättungskondensator (C2) besteht, dadurch gekennzeichnet, dass dem Schaltwandler (W1) mindestens ein zweiter Schaltwandler (W2) parallel geschaltet ist, dass die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) über einen gemeinsamen Eingangs-Summenpunkt (SP1) verbunden sind, dass die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) über einen gemeinsamen Ausgangs-Summenpunkt (SP2) verbunden sind, dass den Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) ein gemeinsamer Eingangs-Pufferkondensator (C1) zugeordnet ist, der mit dem Eingangs-Summenpunkt (SP1) verbunden ist, dass den Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) ein gemeinsamer Ausgangs-Glättungskondensator (C2) zugeordnet ist, der mit dem Ausgangs-Summenpunkt (SP2) verbunden ist, und dass die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) von der Schaltung (S) zur Reduzierung der effektiven Strombelastung des gemeinsamen Eingangs-Pufferkondensators (C1) sowie des gemeinsamen Ausgangs-Glättungskondensators (C2) phasenverschoben angesteuert werden.
2. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung (P) derart erzeugt wird, dass bei N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) der erste Schaltwandler (W1) frei läuft und mit dem Abschalten des (i-1)ten Schaltwandlers (W(i-1)) der i-te Schaltwandler (W(i)) angesteuert wird, mit
 
$$P(i) = (i-1) * (TEIN/T * 2 * \pi)$$
 für  $0 \leq TEIN/T \leq 1$  alle Schaltwandler gleichzeitig angesteuert sind.
3. Schaltwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des jeweils folgenden Schaltwandlers (W1, W2, ..., WN) verzögert erfolgt.
4. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung (P) bei Parallelschaltung von N Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) gegeben ist durch
 
$$P(i) = (i-1) * (2 * \pi) / N$$
 wobei im Grenzfall  $TEIN \rightarrow T$  alle Schaltwandler gleichzeitig angesteuert sind.
5. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) mit einer gemeinsamen Schaltung (S) verbunden sind.
6. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Schaltwandler (W1, W2, ... WN) eine Schaltung (S) zugeordnet ist und die Schaltungen (S) miteinander verbunden sind.
7. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (S) zur Ansteuerung von zwei parallel angeordneten Schaltwandlern (W1, W2) einen Rechteckgenerator (RG) zur Erzeugung eines Rechtecksignals aufweist, der mit je einem Monoflop (M1, M2) zur Triggerung dieser verbunden ist, wobei das erste Monoflop (M1) durch die ansteigende Flanke des Rechtecksignals und das zweite Monoflop (M2) durch die abfallende Flanke des Rechtecksignals zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung (P) getriggert wird, dass die Monoflops (M1, M2) zur

Bestimmung der der Pulsweite entsprechenden Kippzeit mit einem Sollwertgeber (SG) verbunden sind und dass das erste Monoflop (M1) mit dem ersten Schaltwandler (W1) und das zweite Monoflop (M2) mit dem zweiten Schaltwandler (W2) verbunden ist.

8. Schaltwandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwertgeber (SG) eine gesteuerte Stromquelle ist.

9. Schaltwandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Rechtecksignal zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung (P) von 180 Grad symmetrisch ausgebildet ist.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift  
10 DE 44 19 006 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 02 J 1/12  
H 02 M 3/00  
// B60R 16/02

21 Akt nz ichen: P 44 19 006.9  
22 Anmeldetag: 31. 5. 94  
43 Offenlegungstag: 7. 12. 95

DE 44 19 006 A 1

71 Anmelder:  
Hella KG Hueck & Co, 59557 Lippstadt, DE

72 Erfinder:  
Lange, Ulrich-Volker, 59597 Erwitte, DE; Daub,  
Wolfgang, 59558 Lippstadt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 08 338 A1  
DE 26 13 146 A1  
FR 22 70 635 A1  
GB 21 76 951 A  
US 44 17 197

JP 59-178961 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
E-296, Febr. 14, 1985, Vol. 9, No. 35;

54 Pulsweitenmodulierter Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher

57 Die Erfindung betrifft einen pulswertenmodulierten Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher, insbesondere in Fahrzeugen, der zum einen mit der Versorgungsspannung und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden ist und aus einem Schaltwandler, einer Schaltung zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers und einem Eingangs-Pufferkondensator sowie einem Ausgangs-Glättungskondensator besteht. Zur Erzielung eines hohen Wirkungsgrades und zur Minimierung der Belastung der Kondensatoren ist dem Schaltwandler mindestens ein zweiter Schaltwandler parallelgeschaltet, sind die Schaltwandler über einen gemeinsamen Eingangs-Summenpunkt verbunden, sind die Schaltwandler über einen gemeinsamen Ausgangs-Summenpunkt verbunden, ist den Schaltwandlern ein gemeinsamer Eingangs-Pufferkondensator zugeordnet, der mit dem Eingangs-Summenpunkt verbunden ist, ist den Schaltwandlern ein gemeinsamer Ausgangs-Glättungskondensator zugeordnet, der mit dem Ausgangs-Summenpunkt verbunden ist und werden die Schaltwandler von der Schaltung zur Reduzierung der effektiven Strombelastung des gemeinsamen Eingangs-Pufferkondensators sowie des gemeinsamen Ausgangs-Glättungskondensators phasenverschoben angesteuert.

DE 44 19 006 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 95 508 049/147

7/28

Die Erfindung betrifft einen pulsweitenmodulierten Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher, insbesondere in Fahrzeugen, der zum einen mit der Versorgungsspannung und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden ist, und aus einem Schaltwandler, einer Schaltung zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers, einem Eingangs-Pufferkondensator und einem Ausgangs-Glättungskondensator besteht.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 39 08 338 A1 ist eine Einrichtung zum Ansteuern einer Last, insbesondere in Kraftfahrzeugen bekannt, die einen pulsweitenmodulierten Schaltwandler und insbesondere einen sogenannten Drossel-Abwärtswandler aufweist. Dieser ist zum einen mit der batteriegestützten Versorgungsspannung des Fahrzeuges und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden. Der pulsweitenmodulierte Schaltwandler besteht aus dem Schaltwandler, einer Schaltung zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers und Puffer- bzw. Glättungskondensatoren.

Bei dem bekannten Schaltwandler erweist sich als nachteilig, daß zur Ansteuerung von Lasten, die hohe Leistung aufnehmen, insbesondere der Eingangs-Pufferkondensator hoch belastet wird. Es liegt somit eine hohe Wechselstrombelastung für den Kondensator vor, der zudem eine hohe Schaltfestigkeit aufweisen muß. Dies bedingt, daß der Kondensator ein kostenintensives Bauteil ist. Zudem erweist sich bei der bekannten Ausführung des Schaltwandlers als nachteilig, daß die verwendeten Schaltelemente des Schaltwandlers, wenn hohe Ströme geschaltet werden müssen, kostenintensive Bauteile sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schaltwandler für den Betrieb von elektrischen Verbrauchern in Fahrzeugen zu schaffen, der einfach und kostengünstig herstellbar ist, einen hohen Wirkungsgrad aufweist und die Belastung der Kondensatoren minimiert.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß dem Schaltwandler mindestens ein zweiter Schaltwandler parallel geschaltet ist, ergibt sich der Vorteil, daß preiswerte Schaltelemente und Induktivitäten Anwendung finden können.

In diesem Zusammenhang erweist sich als besonders vorteilhaft, daß die Schaltwandler über einen gemeinsamen Eingangs-Summenpunkt und einen gemeinsamen Ausgangs-Summenpunkt verbunden sind und daß den Schaltwandlern ein gemeinsamer Eingangs-Pufferkondensator sowie ein gemeinsamer Ausgangs-Glättungskondensator zugeordnet sind, die mit den jeweiligen Summenpunkten verbunden sind, wodurch sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau ergibt. Des weiteren erweist sich in diesem Zusammenhang als besonders vorteilhaft, daß die Schaltwandler von der Schaltung zur Reduzierung der effektiven Strombelastung der gemeinsamen Puffer- und Glättungskondensatoren phasenverschoben angesteuert werden, wodurch die Wechselstrombelastung der Kondensatoren verringert wird, diese eine geringere Schaltfestigkeit aufweisen müssen als bei der Verwendung nur eines Schaltwandlers und die Kondensatoren somit eine geringere Baugröße aufweisen können und insgesamt einfachere und kostengünstigere Bauteile gewählt werden können.

Dadurch, daß das Abschaltsignal des einen Schalt-

wandlers das Ansteuersignal des anderen Schaltwandlers ist, ergibt sich der Vorteil einer besonders einfach erzeugbaren Phasenverschiebung zur Entlastung der Kondensatoren.

Dadurch, daß die Ansteuerung des jeweils folgenden Schaltwandlers verzögert erfolgt, ergibt sich der Vorteil, daß Störspitzen in den Signalen vermieden werden.

Durch die Wahl der Phasenverschiebung gemäß Anspruch 4 wird ein besonders geringer Schaltungsaufwand zur Ansteuerung der Schaltwandler nötig, zudem bestehen keinerlei Einschränkungen bezüglich des Verhältnisses der Einschaltzeiten zur Periodendauer und die Ansteuerung der Wandler muß nicht synchronisiert werden. Somit ist ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau des Schaltwandlers erreichbar, der die Belastung der Kondensatoren minimiert und der einen hohen Wirkungsgrad aufweist.

Dadurch, daß alle Schaltwandler mit einer gemeinsamen Schaltung zur Ansteuerung verbunden sind, ergibt sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau des Schaltwandlers.

Dadurch, daß jedem Schaltwandler jeweils eine Schaltung zur Ansteuerung zugeordnet ist und die Schaltungen untereinander verbunden sind, ergibt sich der Vorteil, daß der pulsweitenmodulierte Schaltwandler auf einfache Weise modular aufgebaut werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruchs 7 ergibt sich eine besonders einfache und günstige Ausführungsform eines pulsweitenmodulierten Schaltwandlers mit einem besonders großen Leistungshub, zum Beispiel für die Ansteuerung eines Lüfters in Kraftfahrzeugen und einer minimalen Belastung für die gemeinsamen Kondensatoren.

Als besonders vorteilhaft hat es sich dabei erwiesen, daß das Rechtecksignal zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung von 180 Grad symmetrisch ausgebildet ist.

Ein Ausführungsbeispiel ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden anhand dieser beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen pulsweitenmodulierten Schaltwandlers;

Fig. 2 eine spezielle Ausführung einer Schaltung zur Ansteuerung zweier Schaltwandler.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines pulsweitenmodulierten Schaltwandlers. Der pulsweitenmodulierte Schaltwandler weist dabei N Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) auf, die in Parallelschaltung zueinander angeordnet sind. Jeder der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) ist elektrisch leitend mit einer Schaltung (S) verbunden, die Signale zur Ansteuerung der einzelnen Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) erzeugt. Die Spannungsversorgung der Schaltung (S) ist in dieser Prinzipdarstellung nicht gezeigt.

Die Eingänge der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) sind auf einen Eingangs-Summenpunkt (SP1) zusammengeführt. Dieser Eingangs-Summenpunkt (SP1) ist über einen Eingangs-Pufferkondensator (C1), der als gemeinsamer Pufferkondensator (C1) für alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) dient, mit Masse verbunden. Parallel zu dem Pufferkondensator (C1) befindet sich der Versorgungsspannungs-Anschluß (UB) des batteriegestützten Versorgungsnetzes des Fahrzeuges. Die Ausgänge der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) sind auf einen Ausgangs-Summenpunkt (SP2) zusammengeführt. Dieser Ausgangs-Summenpunkt (SP2) ist über einen Ausgangs-Glättungskondensator (C2), der als ge-



meinsamer Glättungskondensator (C2) für alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) dient, mit Masse verbunden. Parallel zu dem Glättungskondensator (C2) befindet sich der Anschluß für den elektrischen Verbraucher, an dem eine Lastspannung (UL) anliegt.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann jeder Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) zur Erreichung eines einfachen, modular erweiterbaren pulswertenmodulierten Schaltwandlers mit je einer gesonderten Schaltung (S) verbunden sein.

Die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) können dabei von unterschiedlicher Bauart sein und zum Beispiel als Aufwärtswandler, Abwärtswandler, invertierende Wandler, Eintakt-Sperrwandler, Eintakt-Durchflußwandler und sogar als Gegentakt-Wandler ausgeführt sein.

Je nach Bauart der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) tritt im Eingang und/oder im Ausgang ein geschalteter Wechselstrom auf, welcher mit Hilfe von Kondensatoren (C1, C2) gepuffert bzw. geglättet werden muß.

Im folgenden wird das Funktionsprinzip des in Fig. 1 dargestellten pulswertenmodulierten Schaltwandlers beschrieben. Um die Wechselstrombelastung der Kondensatoren (C1, C2) zu minimieren, werden die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) phasenverschoben von der Schaltung (S) angesteuert. In einem ersten Ausführungsbeispiel wird bei N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) das hier nicht gezeigte Schaltelement des zweiten Schaltwandlers (W2) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des ersten Schaltwandlers (W1) angesteuert, das Schaltelement des dritten Schaltwandlers (W3) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des zweiten Schaltwandlers (W2) und das Schaltelement des i-ten Schaltwandlers (Wi) mit der Abschal flanken des Schaltelementes des (i-1)-ten Schaltwandlers (Wi-1) angesteuert.

Die Phasenverschiebung (P) bei einem System mit N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN), mit der ein Wandler angesteuert wird, errechnet sich aus:

$$P(i) = (i-1) \cdot (T_{\text{EIN}}/T \cdot 2 \cdot \pi) \text{ für } 0 \leq T_{\text{EIN}} < T$$

mit

$T_{\text{EIN}}$  = Einschaltzeit der Schaltelemente

T = Periodendauer

i = Laufindex.

$T_{\text{EIN}}$  entspricht somit der Einschaltzeit des anzusteuenden Schaltwandlers in Abhängigkeit von der Ansteuerung durch die Schaltung (S).

Bei einer derartigen Erzeugung der Phasenverschiebung (P) kann es vorteilhaft sein, jedem Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) eine Schaltung (S) zur Ansteuerung zuzuordnen und die Schaltungen (S) untereinander elektrisch leitend zu verbinden, wodurch zum einen ein einfacher modularer Aufbau des pulswertenmodulierten Schaltwandlers möglich wird und zum anderen auf einfache Weise eine Synchronisierung bei der Ansteuerung der Schaltwandler (W2, ..., WN) erreicht wird. Durch ein verzögertes Ansteuern der Schaltwandler (W2, ..., WN) kann zudem eine Störverminderung erreicht werden.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel, bei dem N Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) parallel geschaltet sind, wird der zweite Schaltwandler (W2) um die Phase

$$P(2) = 1 \cdot (2 \cdot \pi)/N$$

verschoben angesteuert, der dritte Schaltwandler (W3) um die Phase

$$P(3) = 2 \cdot (2 \cdot \pi)/N$$

verschoben angesteuert und der i-te Schaltwandler (Wi) um die Phase

$$P(i) = (i-1) \cdot (2 \cdot \pi)/N$$

verschoben angesteuert. Dies ist auch die Formel aus der sich die Phasenverschiebung (P) bei Verwendung von N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) ergibt, mit der ein Wandler angesteuert wird.

Hierbei erweist sich als vorteilhaft, daß der Schaltungsaufwand zur Ansteuerung der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) gering ist, da es zum Beispiel keine Synchronisationsprobleme bei der Ansteuerung der Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) durch die Schaltung (S) gibt. Zudem gibt es keine Einschränkungen bezüglich des Verhältnisses der Einschaltzeit zur Periodendauer.

Je nach dem zu betreibenden elektrischen Verbraucher und dessen Leistungsaufnahme bestimmt sich die Anzahl der zu verwendenden Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) in Parallelschaltung. Ist der Verbraucher zum Beispiel ein in der Drehzahl zu variierender Elektromotor, so kann die Schaltung (S) mit einem Sollwertgeber (SG) verbunden sein, um eine Steuerung der Drehzahl des Elektromotors zu ermöglichen. Ist der elektrische Verbraucher Teil eines Regelkreises, so kann zwischen dem elektrischen Verbraucher und der Schaltung (S) eine Verbindung zur Übermittlung von Regelgrößen bestehen.

In Fig. 2 ist eine spezielle Ausführung einer in Fig. 1 gezeigten Schaltung (S) zur Ansteuerung von zwei parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2), die in Fig. 2 nicht eingezeichnet sind, dargestellt. Die Schaltung weist einen Rechteckgenerator (RG) auf, der ein bekanntes Timerbauteil sein kann und an seinem Ausgang ein symmetrisches Rechtecksignal erzeugt. Der Rechteckgenerator (RG) ist dabei mit je einem Triggereingang eines ersten Monoflops (M1) und eines zweiten Monoflops (M2) verbunden. Das erste Monoflop (M1) wird dabei durch die ansteigende Flanke des Rechtecksignals und das zweite Monoflop (M2) durch die abfallende Flanke des Rechtecksignals getriggert. Somit entsteht bezüglich der Ausgangssignale der Monoflops (M1, M2) eine Phasenverschiebung (P) von 180 Grad. Zur Vorgabe der von dem elektrischen Verbraucher aufgenommenen Leistung ist die Schaltung mit einem Sollwertgeber (SG) verbunden, der in bekannter Weise als ein Potentiometer oder ein Stufenschalter ausgebildet sein kann. Dieser Sollwertgeber (SG) ist mit Kippzeit-Steuerleitungen sowohl des ersten Monoflops (M1) als auch des zweiten Monoflops (M2) verbunden. Der Sollwertgeber (SG) bestimmt die Kippzeit der Monoflops (M1, M2). Die Kippzeit der Monoflops (M1, M2) entspricht der Pulsweite. Weisen die Monoflops (M1, M2) einen identischen Aufbau auf, so wird aufgrund der vollkommen symmetrischen Beschaltung eine hohe Genauigkeit zwischen den pulswertenmodulierten, an den Ausgängen der Monoflops (M1, M2) anliegenden Signalen erreicht. Zudem wird eine große Störsicherheit erreicht. Das erste Monoflop (M1) ist mit dem hier nicht gezeigten ersten Schaltwandler (W1) verbunden. Der Ausgang des zweiten Monoflops (M2) ist mit dem hier nicht gezeigten zweiten Schaltwandler (W2) verbunden. Die Schaltwandler (W1, W2) sind dabei, wie oben ange-

führt, in Parallelschaltung angeordnet. Sind die Schaltwandler (W1, W2) beispielhaft als Abwärtswandler ausgebildet, wird die Belastung insbesondere des gemeinsamen Eingangs-Pufferkondensators (C1) verringert, zu dem kann die Baugröße der Speicherdrosseln der Schaltwandler (W1, W2) kleiner gewählt werden, wodurch sich ein kostengünstiger Aufbau, ein guter Wirkungsgrad und eine kompakte Bauform des pulsweitenmodulierten Schaltwandlers ergibt.

Durch die phasenverschobene Ansteuerung parallel geschalteter Schaltwandler (W1, W2, ..., WN), die jeweils gemeinsame Puffer- und Glättungskondensatoren (C1, C2) aufweisen, ergeben sich im Fahrzeugbereich unterschiedlichste Anwendungen, wie zum Beispiel die Lüftersteuerung, die Spannungswandlung des Bordnetzes oder auch die Dimmung des Fahrlichtes. Weitere Anwendungen sind nicht ausgeschlossen.

#### Bezugszeichenliste

C1 Eingangs-Pufferkondensator  
C2 Ausgangs-Glättungskondensator  
M1, M2 Monoflops  
P Phasenverschiebung  
S Steuer-Schaltung  
SG Sollwertgeber  
SP1 Eingangs-Summenpunkt  
SP2 Ausgangs-Summenpunkt  
RG Rechteckgenerator  
UB batteriegestützte Versorgungsspannung  
UL Ausgangsspannung  
W1, W2, ..., WN Schaltwandler

#### Patentansprüche

1. Pulsweitenmodulierter Schaltwandler zum Betrieb elektrischer Verbraucher, insbesondere in Fahrzeugen, der zum einen mit der Versorgungsspannung (UB) und zum anderen mit dem Verbraucher verbunden ist, und aus einem Schaltwandler (W1), einer Schaltung (S) zur Erzeugung von Signalen zur Ansteuerung des Schaltwandlers (W1) und einem Eingangs-Pufferkondensator (C1) sowie einem Ausgangs-Glättungskondensator (C2) besteht, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltwandler (W1) mindestens ein zweiter Schaltwandler (W2) parallel geschaltet ist, daß die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) über einen gemeinsamen Eingangs-Summenpunkt (SP1) verbunden sind, daß die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) über einen gemeinsamen Ausgangs-Summenpunkt (SP2) verbunden sind, daß den Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) ein gemeinsamer Eingangs-Pufferkondensator (C1) zugeordnet ist, der mit dem Eingangs-Summenpunkt (SP1) verbunden ist, daß den Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) ein gemeinsamer Ausgangs-Glättungskondensator (C2) zugeordnet ist, der mit dem Ausgangs-Summenpunkt (SP2) verbunden ist, und daß die Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) von der Schaltung (S) zur Reduzierung der effektiven Strombelastung des gemeinsamen Eingangs-Pufferkondensators (C1) sowie des gemeinsamen Ausgangs-Glättungskondensators (C2) phasenverschoben angesteuert werden.
2. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung (P) derart erzeugt wird, daß bei N parallel geschalteten Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) der erste Schaltwandler

(W1) frei läuft und mit dem Abschalten des (i-1)ten Schaltwandlers (W(i-1)) der i-te Schaltwandler (W(i)) angesteuert wird, mit

$$P(i) = (i-1) \cdot (T_{\text{EIN}}/T \cdot 2 \cdot \pi) \text{ für } 0 \leq T_{\text{EIN}} < T$$

mit

$T_{\text{EIN}}$  = Einschaltzeit des aktiv geschalteten Schaltwandlers

T = Periodendauer

i = Laufindex

wobei im Grenzfall  $T_{\text{EIN}} \rightarrow T$  alle Schaltwandler gleichzeitig angesteuert sind.

3. Schaltwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung des jeweils folgenden Schaltwandlers (W1, W2, ..., WN) verzögert erfolgt.

4. Schaltwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenverschiebung (P) bei Parallelschaltung von N Schaltwandlern (W1, W2, ..., WN) gegeben ist durch

$$P(i) = (i-1) \cdot (2 \cdot \pi)/N$$

wobei im Grenzfall  $T_{\text{EIN}} \rightarrow T$  alle Schaltwandler gleichzeitig angesteuert sind.

5. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) mit einer gemeinsamen Schaltung (S) verbunden sind.

6. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Schaltwandler (W1, W2, ..., WN) eine Schaltung (S) zugeordnet ist und die Schaltungen (S) miteinander verbunden sind.

7. Schaltwandler nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (S) zur Ansteuerung von zwei parallel angeordneten Schaltwandlern (W1, W2) einen Rechteckgenerator (RG) zur Erzeugung eines Rechtecksignals aufweist, der mit je einem Monoflop (M1, M2) zur Triggerung dieser verbunden ist, wobei das erste Monoflop (M1) durch die ansteigende Flanke des Rechtecksignals und das zweite Monoflop (M2) durch die abfallende Flanke des Rechtecksignals zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung (P) getriggert wird, daß die Monoflops (M1, M2) zur Bestimmung der der Pulsweite entsprechenden Kippzeit mit einem Sollwertgeber (SG) verbunden sind und daß das erste Monoflop (M1) mit dem ersten Schaltwandler (W1) und das zweite Monoflop (M2) mit dem zweiten Schaltwandler (W2) verbunden ist.

8. Schaltwandler nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertgeber (SG) eine gesteuerte Stromquelle ist.

9. Schaltwandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechtecksignal zur Erzeugung einer konstanten Phasenverschiebung (P) von 180 Grad symmetrisch ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

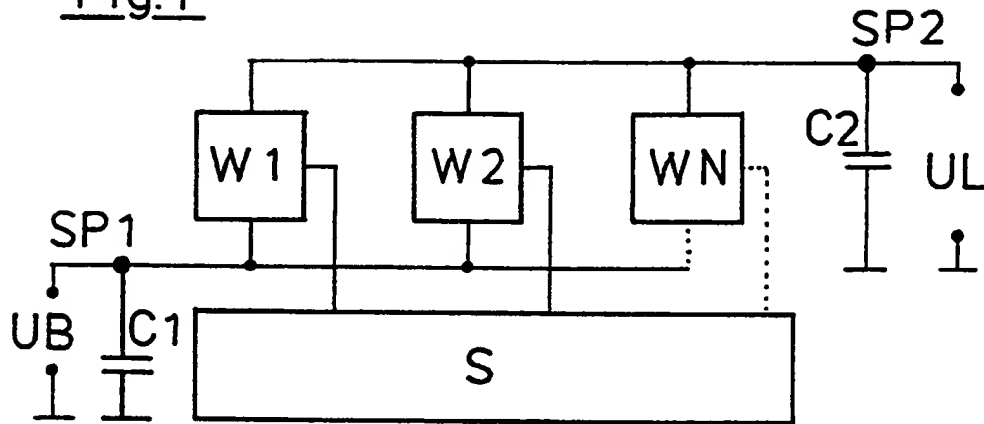


Fig. 2

